

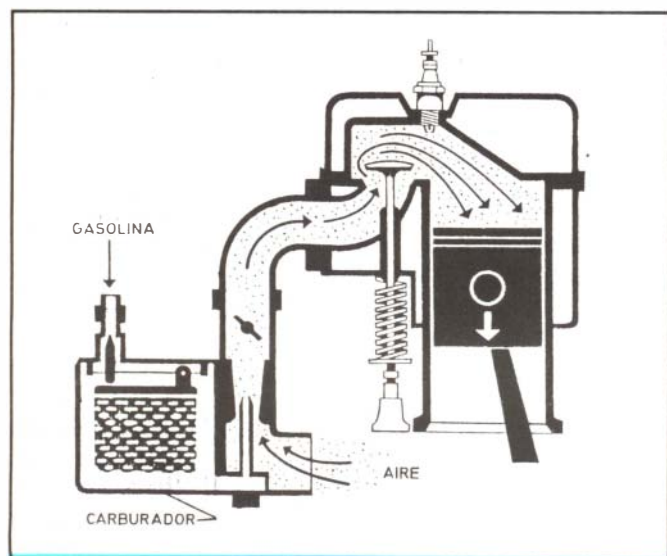
RECERQUES EN CURS

MOTORS I CARBURANTS PER A L'ANY 2000

La disminució progressiva de les reserves petrolieres i la influència negativa sobre el clima dels gasos que s'emeten cremant combustibles minerals podrien limitar dràsticament en els dècennis vinents la circulació dels vehicles amb motor d'explosió convencional. Conscient d'aquesta amenaça, fa anys que la indústria de l'automòbil mira de trobar mètodes innovadors, tant per substituir els derivats del petroli per uns altres combustibles com per produir motors d'explosió de benzina o gas-oil que contaminin menys que els actuals.

Pel que fa a aquests dos objectius, es segueixen normalment uns plans d'estudi i de treball esglaonats en diverses etapes. Prenent com a

El motor d'explosió tradicional provoca canvis indesitjables en la composició de l'atmosfera.



model el pla que segueix l'empresa alemanya BMW, la primera etapa té l'objectiu de disminuir progressivament el consum de combustible, benzina o gas-oil i introduir i estendre ràpidament tecnologies que redueixin l'emissió de productes nocius. Més endavant, s'espera difondre considerablement l'ús de combustibles com el metanol o l'alcohol etílic, de vehicles híbrids que combinin motors elèctrics i de combustió, i també es pretén reduir el trànsit innecessari...

A la llarga, es preveu una tercera etapa en què només es faran servir sistemes d'accionament perfeccionats, basats en l'energia elèctrica i l'hidrogen.

L'AUTOMÒBIL ELÈCTRIC

Com a resultat d'una recerca de molts anys en motors innovadors, BMV ha presentat a Bonn un automòbil de turisme amb motor elèctric que, segons creuen els enginyers d'aquesta empresa, es podrà comercialitzar dintre la dècada dels noranta.

Aquest automòbil elèctric funciona amb un motor de corrent continu i una bateria d'alta energia de sodi i sofre, tots dos realitzats per Brown Boveri & Co (BBC) de Mannheim (RFA). La bateria té una capacitat de 250 l, pesa 265 kg i desenvolupa, per ara, una potència de durada curta que permet una velocitat màxima de 85 km/h i una autonomia d'uns 125 km. Aquest tipus d'acumulador de sodi i sofre consta normalment de dues cambres, l'una amb sodi líquid i l'altra amb sofre també líquid, separades per una placa de material ceràmic que només permet el pas d'ions sodi. Si no hi ha una connexió conductora de l'electricitat entre les dues cambres, s'es-

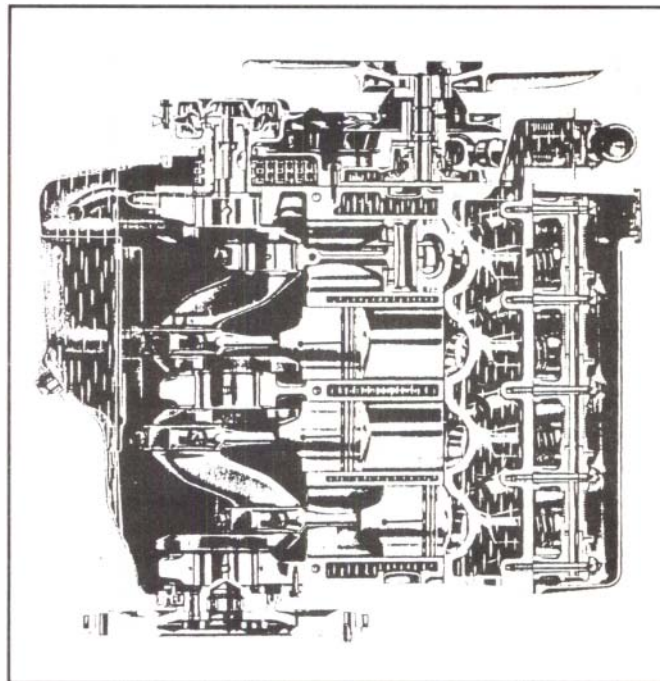
tableix un "potencial de repòs" d'uns dos volts. En el moment que es connecta amb un grup consumidor d'energia elèctrica, els ions sodi, de càrrega positiva, travessen la placa, reaccionen amb el sofre i formen sulfur sòdic. Quan es recarrega la bateria, canvia la polaritat del corrent i es produeix l'electròlisi del sulfur sòdic.

Les experiències fetes fins ara han donat resultats força positius. Opinen els experts que augmentant la potència de les bateries recarregables i amb una millora de la concepció total d'aquestes, dintre de pocs anys es podran oferir vehicles amb una autonomia d'uns 200 km i una velocitat que podrà arribar fins a 120 km/h i que, per tant, seran competitiu amb els automòbils convencionals de gasolina o Diesel, sobretot pel que fa al trànsit urbà i de rodalies. Els motors elèctrics són ideals per al trànsit intermitent, típic de les ciutats, perquè el consum d'energia es limita als moments en què el vehicle es mou, i és pràcticament nul si el motor funciona al lent.

SOLUCIONS NOVES PER A PROBLEMES VELL

Ja fa temps que apareixen de manera continuada idees interessants sobre un motor de tracció que desbancui el motor de cilindres actual. A començament dels anys seixanta es parlava d'un autòmobil que, com una locomotora Diesel, convertís l'energia mecànica en elèctrica i, amb aquesta, fes funcionar un motor elèctric. Ara, les esperances, excessivament optimistes, no es van concretar en realitats, almenys en la dimensió que ho esperava un inventor nord-americà que en l'Exposició de l'automòbil del 1969 a Nova York anunciava la fi del motor de cilindres tradicional. "En deu anys -deia- el motor de cilindres tradicional serà un objecte per a col·leccionistes i museus".

Tots els especialistes estan d'acord que el motor d'explosió tradicional serà substituït, però ningú no espera que aquesta substitució sigui un fet abans de la fi d'aquest segle. Mentre aquest canvi arriba, s'han de trobar solucions que evitin tant com puguin la contaminació i el consum de combustible pels motors d'explosió, benzina o Diesel. La màquina helicoïdal de gas calent del



Secció longitudinal del motor del model 1300-1500 de la FIAT. No s'espera que el motor tradicional sigui substituït abans de la fi d'aquest segle.

professor Knut Kauder de la Universitat de Dortmund respon a aquesta idea: s'hi ha substituït el moviment alternatiu dels cilindres per un moviment rotatori continu entre dos rotors dentats. La combustió no es realitza dintre del motor sinó en una cambra de combustió pròpia. La màquina helicoïdal de gas calent funciona d'una manera semblant a una turbina de gas: l'aire absorbit es comprimeix primerament en un compressor helicoïdal i, un cop escalfat en un bescanviador tèrmic, es fa arribar a les cambres de combustió separades. Els gasos que es formen produeixen un moviment rotatori continu expandint-se entre els forats de les dents dels rotors.

El motor helicoïdal de gas calent, comparat amb la turbina de gas, té una acceleració inicial molt més gran, i pel que fa al motor de cilindres tradicional, té també un seguit d'avantatges:

- La gran densitat d'energia fa possible un rendiment força més elevat que el del motor de cilindres tradicional i, per tant, consumiria molt menys combustible.



ETX-II, model de cotxe elèctric nord-americà.

- El pes reduït del motor encara faria baixar més el consum de benzina o gas-oil.

- La combustió contínua en les cambres produeix menys oscil·lacions de pressió i, com a conseqüència, fa menys soroll.

El professor Kauder sosté que la màquina heli-coïdal de gas calent pot ser "un motor en harmonia amb el medi ambient". Per fer-ne una realitat pràctica, abans de tot s'ha de resoldre una sèrie de problemes respecte al material necessari per fabricar-lo.

Pel que fa al motor de dos temps, l'enginyeria n'ha superat ja els desavantatges gràcies a unes solucions del tot noves, aportades per Reinhold Ficht:

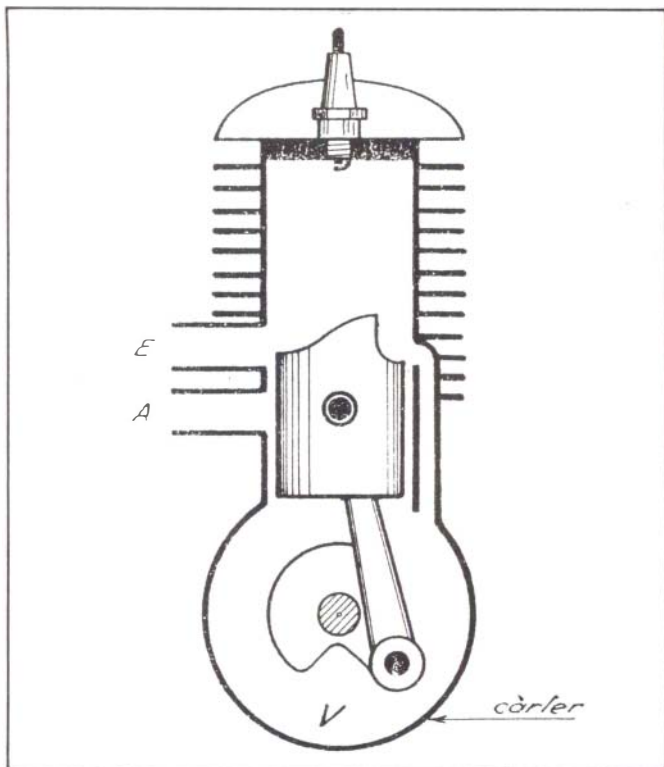
- Es renuncia a les bieles tradicionals, que transformaven el moviment de l'èmbol dintre del cilindre en el moviment rotatori del cigonyal. En lloc d'elles, hi ha un element d'unió entre el cigonyal i la tija de l'èmbol, que fa que la fricció i el desgast es redueixin considerablement.

- La part inferior del cilindre, tancada hermèticament, està unida amb el càrter del cigonyal per mitjà d'un suport separador per on llisca la tija de l'èmbol.

En aquest motor, com a tots els de dos temps,

l'admissió de la mescla combustible i l'expulsió dels gasos són regulades, no per vàlvules sinó pel moviment alternatiu de l'èmbol, obrint i tancant els espiralls d'entrada i sortida que hi ha a la paret del cilindre. Quan l'èmbol baixa cap al càrter, la mescla es torna més densa i passa a través d'un canal fins a la cambra de combustió, on es torna a comprimir quan l'èmbol puja, fins que explota en el punt mort superior. Aquest funcionament fa que en el motor de dos temps es produeixi un cicle complet de treball per cada volta del cigonyal, mentre que en el motor de quatre temps es produeix un cicle per cada dues voltes. En el motor Ficht l'inconvenient dels temibles fums blaus d'escapament es soluciona mitjançant el suport separador entre la cambra cilíndrica i el càrter del cigonyal, que fa possible mantenir un circuit tancat d'oli, com el que tenen els motors de quatre temps.

Un altre avantatge d'aquest tipus de motor, que pol·luciona molt poc, és el mecanisme que fa anar l'èmbol exactament en la direcció de l'eix. Això permet utilitzar un nou material ceràmic, que, tot i que és molt resistent a la pressió i a les temperatures altes, no ho és tant als esforços de tracció, torsió i cisallament. Un prototipus de dos cilindres, construït per l'empresa Ficht GmbH amb una contribució decisiva del ministeri federal d'Investigació i Tecnologia de la RFA, i que ha funcionat a plena càrrega durant centenars d'hores, ha demostrat que el treball de fricció entre l'èmbol i el cilindre és pràcticament nul. En



Esquema d'un motor de dos temps. Modificant-ne l'estructura, es redueix el consum de carburant i la contaminació que provoca.

aquest prototipus, tant l'èmbol com algunes altres peces són de material ceràmic.

El fet que aquest prototipus hagi funcionat tant amb benzina com amb una mescla de benzina i oli i, fins i tot, amb gas propà, demostra l'alta resistència a la corrosió que tenen els materials ceràmics. Això permet de fer-hi servir combustibles tan agressius com el biogàs. Aquest conjunt d'avantatges obre un gran camp d'aplicació a les innovacions de Ficht, especialment en els motors estacionaris.

EL METANOL, EN LLOC DE LA BENZINA I DEL GAS-OIL

El metanol o alcohol metílic es pot obtenir de moltes substàncies orgàniques, encara que s'aconsegueix el millor rendiment quan es fabrica a partir de gas natural, carbó, restes de petroli o biomassa. Per poder-lo fer servir com a combustible per a motors d'explosió, s'hi ha d'afegir un 10% d'hidrocarburs lleugers. Aquesta addició serveix per evitar el risc d'explosions en el dipòsit, per fer-ne visible la flama i per millorar l'engegada en fred en els motors de benzina. Les anàlisis fetes per l'Agència Internacional de l'Energia

(IEA), que té la seu a París, li donen les possibilitats més altes entre els combustibles alternatius.

El programa pilot "Combustible de Metanol", que el ministeri federal d'Investigació i Tecnologia de la RFA ha portat a terme entre 1984 i 1989 amb una aportació de 7,3 milions de DM, uns cinc-cents mil milions de pesetes, tenia per objecte realitzar vehicles poc contaminants i que també complissin la normativa tan severa sobre substàncies nocives vigent als Estats Units. La indústria de l'automòbil i la del carburant van pagar en parts iguals la meitat dels costos del projecte.

Es van analitzar els resultats obtinguts en cent turismes dotats de motor de benzina de quatre o sis cilindres, amb carburador o bé amb el sistema d'injecció, i també en dos autobusos de motor Diesel. L'avaluació d'aquests resultats, després d'un recorregut superior als cent mil km, va demostrar que el metanol és apte, en principi, com a combustible tant per als motors de benzina com per als Diesel, sempre que es disposi d'elements auxiliars per a la posada en marxa, especialment en el cas d'aquests últims. La millor combustió del metanol compensa, gairebé del tot, el desavantatge que té: una densitat d'energia més petita que la de la benzina. Això fa que el dipòsit per al metanol hagi de ser únicament 1,7 vegades més gran que el d'aquesta.

Generalment, la combustió del metanol produeix menys quantitat de gasos nocius que la dels combustibles tradicionals. En el motor Diesel, per exemple, l'emissió de partícules carbonoses és pràcticament nul·la. El fet que els gasos de la combustió del metanol siguin més rics en certs aldehids que els de la combustió de la benzina o el gas-oil, es pot corregir perfectament amb un catalitzador adequat.

Tenint en compte que el metanol ataca materials molt diversos, s'han fabricat tant els sistemes de carburació, d'injecció i de conducció com les juntes i els dipòsits amb materials resistents al metanol. Aquesta resistència és suficient per garantir que no tinguin problemes en el cas de recorreguts superiors als cent mil quilòmetres.

A la RFA, capdavantera en la tecnologia del metanol com a combustible en el sector dels turismes, es preveu que en el futur es dediquin més esforços a realitzar motors que permetin passar ràpidament de metanol a benzina i a la inversa o que tolerin l'ús de mescles benzina-metanol menys contaminants que la benzina tota sola, sense que el motor perdi potència.

Per substituir el gas-oil pel metanol s'ha de solucionar, primer de tot, el problema dels dispositius auxiliars de l'enggada, és a dir de les bombes de combustible i dels sistemes d'injecció.

UN GAS-OIL VEGETAL

La *Jatropha curca*, L., que per la seva alçada de 1,5 a 8 m pot ser un arbust o un arbre, té unes propietats tan interessants que van fer que Edgar Münch i Joachim Kiefer n'estudiessin exhaustivament el conreu. En el curs d'aquesta recerca van descobrir que es pot extreure de la nou d'aquesta planta un oli que té múltiples usos. Serveix, a més d'oli hidràulic i de greixatge, com a carburant de motors Diesel i per a l'encesa de forns. Així doncs, promovent un conreu adequat d'aquest vegetal els països del tercer món poden contribuir a resoldre o, almenys, a pal·liar els greus problemes energètics i d'erosió que pateixen. Hi ha càlculs de rendibilitat que proven que la *Jatropha* pot considerar-se com la planta carburant del futur, però encara som lluny d'aconseguir que el desenvolupament tecnològic faci real aquest futur.

La *Jatropha* és una planta que es fa en terrenys molt pobres, com els clapers de lava i que per això serveix per preparar el sòl per plantar-hi altres vegetals. Encara més: resulta molt econòmic conrear-la extensivament perquè la *Jatropha* pràcticament no té paràsits que puguin afectar negativament la seva gran vitalitat i, fins i tot, elimina les males herbes, tan nocives per a altres plantes.

UN COMBUSTIBLE ECOLÒGIC

L'ús de combustibles vegetals seria, sens dubte, una aportació molt important per protegir el medi ambient. Per això l'Institut de Tècniques de

Sistemes Biològics depenent del Centre Federal d'Investigació Agrícola de la RFA ha realitzat una recerca intensa i exhaustiva sobre aquest problema. Com a resultat de la recerca s'ha posat a punt un mètode que permet utilitzar olis vegetals, modificats o no, com a combustibles per a motors d'explosió. Junt amb el bioalcohol, als olis vegetals, els correspon un lloc molt important en la línia dels biocombustibles.

En principi, es pot fer servir qualsevol oli vegetal, encara que a la RFA hi ha més interès per l'oli de colza, perquè té una llarga tradició de conrear aquesta crucífera. L'oli obtingut de la colza s'utilitza, refinat, com a oli de taula i en la fabricació de margarines i, sense refinar, com a oli industrial de greixatge.

Com que l'oli de colza és una mica més dens que el gas-oil, sense refinar, només es pot fer servir en els motors Diesel i encara si se'ls ha proveït d'uns dispositius de combustió especials per evitar el risc que s'hi formin pòsits. L'Institut de Tècniques Biològiques ha solucionat aquest problema substituint l'oli de colza sense refinar per oli de colza esterificat, perquè, com aquest té la mateixa densitat que el gas-oil, es pot fer servir en tots els vehicles amb motor Diesel de compressió directa que es fabriquen en sèrie, sense necessitat d'un adaptador en el motor. Considerant que, avui en dia, pràcticament tots els camions, autobusos i tractors van equipats amb motor Diesel, es podria cobrir un gran sector d'aquest mercat amb oli de colza, o bé amb un altre oli, esterificat.

Els olis i greixos són unes substàncies anomenades triglicèrids perquè es componen de glicerina en què cada un dels tres grups alcohol s'ha combinat amb un àcid orgànic. Si aquests triglicèrids es tracten amb un alcohol més fort que la glicerina, aquesta és desplaçada per l'alcohol i s'obté d'una banda l'ester metílic o etílic de l'àcid gras i d'altra banda, glicerina pura. Per això, una part important de la producció industrial de glicerina prové d'un procés d'esterificació. Els olis vegetals contenen un mínim del 95% de triglicèrids. El cost derivat de l'esterificació de l'oli és en gran part compensat per la comercia-

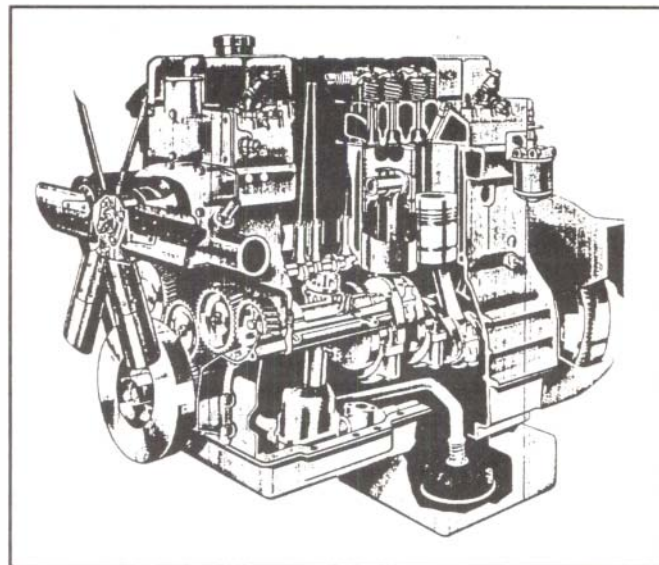
lització de la glicerina obtinguda com a subproducte d'aquest procés d'esterificació.

Els olis vegetals, i en particular el de colza, presenten molts avantatges com a carburants. Sent biodegradable i no combustible, els problemes de transport i emmagatzematge són mínims. L'índex d'octà de l'oli de colza és més gran que el que correspon al gas-oil. Amb l'oli de colza esterificat es pot obtenir el mateix rendiment i un parell motor igual al del gas-oil, però amb un consum una mica més gran. Els gasos d'escapament són molt més nets, sobretot pel que fa a la quantitat de carbonissa formada.

A Braunschweig (RFA) s'ha calculat que destinant al conreu de la colza una cinquena part del sòl agrícola, n'hi hauria prou per cobrir les necessitats de carburant Diesel per a l'agricultura. Aquest percentatge és si fa no fa el mateix que es reservava antigament per conrear-hi farratge per als animals de tir. Hi ha motius suficients a favor de la utilització dels olis esterificats, i més en concret del de colza, com a combustible i, sobretot, s'ha comprovat que és fiable: el remolcador experimental de Braunschweig ha funcionat més de 3.400 hores amb oli de colza esterificat sense cap mena de problema.

EL BIOGÀS, UN COMBUSTIBLE QUE ES POT EXTREURE DE LES ESCOMBRARIES

Ja fa temps que s'utilitzen hidrocarburs saturats, propà i butà exclusivament, com a combustibles alternatius de la benzina, encara que presentin limitacions importants que n'afecten sensiblement la rendibilitat comparant-la amb la de la benzina. Així i tot, es fan servir en circumstàncies en què la velocitat del vehicle, com pot ser per exemple la circulació per les ciutats, no sigui gaire determinant. Malgrat el preu més avançatjós que el de la benzina, tant el propà com el butà tenen un poder calorífic força més baix que el d'aquesta, ataquen la majoria de materials amb què es fan molts components dels motors d'explosió i, per acabar-ho d'adobar, són productes amb un risc d'explosió bastant alt. A més, tractant-se de derivats del petroli, no són cap solució, almenys total, per disminuir el consum d'aquest.



El motor Diesel pot aprofitar millor que el de benzina alguns combustibles alternatius.

L'hidrocarbur que té el poder calorífic més gran, molt a prop del de la benzina, és el metà, el principal component del gas natural, i que pot obtenir-se a partir de les escombraries, tractades adequadament. La mescla de metà i altres gasos que s'obté per aquest procediment rep el nom de biogàs.

El procés més innovador per produir biogàs, l'ha descobert l'empresa alemanya BTA (Utilització Biotècnica de les Escombraries), que ha rebut el premi del medi ambient de la Federació Alemanya de la Indústria. Tot protegint el medi, aquest procés és molt rendible gràcies a l'obtenció de biogàs com a producte secundari.

La característica més important del mètode BTA és que tracta escombraries humides en diverses fases. La durada del procés és de 24 a 72 hores, segons quina sigui la quantitat de material aprofitable.

D'acord amb les experiències fetes en la planta pilot instal·lada a Garching, una població de 12.000 habitants situada a la rodalia de Munic, a partir d'1,0 kg de material degradable s'obtenen entre 0,6 i 0,8 metres cúbics de biogàs que conté un 70% de metà i una energia calorífica de set kilowatts-hora, cosa que el fa apte per a motors de combustió, mòbils o estacionaris. A més, el biogàs pot emmagatzemar-se sense cap dificultat. ■